

Островерх Е. Ю.

# РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ДИНАМИЧЕСКОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ПРОДУКЦИИ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

*Определены особенности распределения антропометрических признаков в современных условиях. Доказана значительная разница между действительными и рекомендованными распределениями. Установлены расхождения между запланированными и реальными программами выпуска продукции легкой промышленности. Предложены законы неравномерного распределения, учитывающие динамические параметры моды и медианы. Рассчитаны планируемые программы выпуска, соответствующие реальным данным.*

**Ключевые слова:** антропометрические стандарты, неравномерное распределение, программа выпуска, переменная мода распределения.

## 1. Введение

Повышение конкуренции во всех областях промышленности требует более строгого подхода к планированию объемов выпуска продукции и разработки методов обеспечения продукции, которая может удовлетворить максимальное количество потребителей.

Планирование программы выпуска продукции легкой промышленности усложняется большим разнообразием типоразмеров продукции, что в свою очередь обусловлено антропометрическим разнообразием потребителей этой продукции. Для решения данной задачи могут использоваться антропометрические стандарты, которые определяют соотношение размерных признаков для различных категорий потребителей. Как показывает опыт постоянного обновления данных стандартов, процесс определения данных соотношений далек от совершенства. Во многом это определяется несовершенством методов обработки массивов антропометрических данных.

Распределение объемов производства продукции легкой промышленности в настоящее время осуществляется интуитивно, исходя из опыта и общих представлений. Использование существующих типологических стандартов при этом не дает нужного эффекта, поскольку они не удовлетворяют современному антропометрическому состоянию Украины. В то же время комплекс современных возможностей позволяет, во-первых усовершенствовать эти стандарты, во-вторых, применить их для реального производства.

Неразработанность данной проблемы в комплексе с потребностями промышленных предприятий определяет актуальность данной работы.

## 2. Анализ литературных данных и постановка проблемы

Проблема совершенствования антропометрических стандартов признается повсеместно. Общая методика измерений тела человека для целей промышленного производства изделий описана в [1]. Необходимо отметить, что в массовых антропометрических данных постоянно происходят изменения, которые отображаются

во вновь разрабатываемых стандартах [2]. К сожалению, рекомендуемые статистические распределения не всегда учитывают реальные показатели [3], что может привести к погрешностям при планировании программы выпуска изделий. Некоторые публикации предлагают использование нестандартных распределений параметров в легкой промышленности [4], однако эти данные не нашли отражение в реальных стандартах [5]. Ряд публикаций [6, 7] демонстрируют возрастную вариацию законов распределения размерных признаков. Между тем рекомендуемые биометрические распределения [8–10] это не учитывают. Возможность применения асимметричных видов распределений обусловлена достаточным развитием статистических методов, которые могут в значительной степени приблизить стандарты к реальности и повысить эффективность производства путем правильного планирования программы выпуска.

## 3. Объект, цель и задачи исследования

*Объект исследования* — процесс планирования объемов изготовления продукции легкой промышленности.

*Цель исследования* — на основе комплекса экспериментальных размерных характеристик построить функцию динамического распределения для рационального планирования параметров изготовления продукции легкой промышленности.

Для достижения цели необходимо решить следующие задачи:

- провести анализ экспериментальной базы распределения антропометрических признаков;
- построить универсальную функцию распределения;
- определить рациональные программы выпуска продукции легкой промышленности.

## 4. Анализ экспериментальной базы определения антропометрических признаков

Проведенные исследования размеров современной типологии Восточной Украины показали распределения

размеров, значительно отличающиеся от общепринятого нормального (рис. 1).

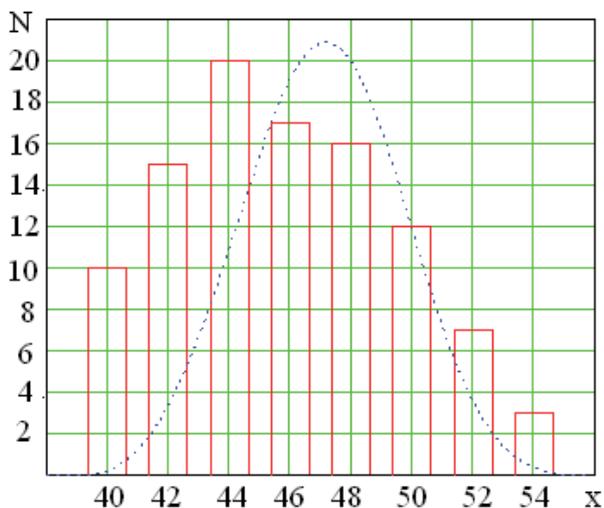


Рис. 1. Гистограмма распределения размеров и нормальное распределение

В данном случае более рациональным может быть распределение Вейбулла:

$$p(x) = \frac{k}{\lambda} \left(\frac{x}{\lambda}\right)^{k-1} \exp\left(-\left(\frac{x}{\lambda}\right)^k\right).$$

Показатели распределения определяются, исходя из следующих соображений. Математическое ожидание определяется статистическими зависимостями, исходя из экспериментальных данных:

$$\mu = \frac{\sum x_i}{N}.$$

Для указанного распределения математическое ожидание определяется выражением:

$$\mu = \lambda \cdot G\left(1 + \frac{1}{k}\right),$$

где гамма функция определяется выражением:

$$G(z) = \int_0^{\infty} t^{z-1} \cdot \exp(-t) dt.$$

Цель данной работы — найти неизвестный параметр, исходя из известного значения, определенного экспериментально. Попробуем найти явную зависимость гамма функции от параметра  $k$  (рис. 2).

Аппроксимация функции дает:

$$G(k) \approx \begin{cases} 0,12k^2 - 0,48k + 1,36, & k < 2, \\ 0,854 + 0,013k, & k \geq 2. \end{cases}$$

Дисперсия исходя из экспериментальных данных вычисляется, как:

$$D = \frac{\sum (x - \mu)^2}{N}.$$

Для распределения Вейбулла:

$$D = \lambda^2 \cdot G\left(1 + \frac{2}{k}\right) - \mu^2.$$

В результате для определения параметров  $k$ ,  $\lambda$  можно составить систему уравнений:

$$\begin{cases} \mu = \lambda \begin{cases} 0,12k^2 - 0,48k + 1,36, & k < 2, \\ 0,854 + 0,013k, & k \geq 2, \end{cases} \\ D + \mu^2 = \lambda^2 \begin{cases} 0,03k^2 - 0,24k + 1,36, & k < 4, \\ 0,854 + 0,0065k, & k \geq 4. \end{cases} \end{cases}$$

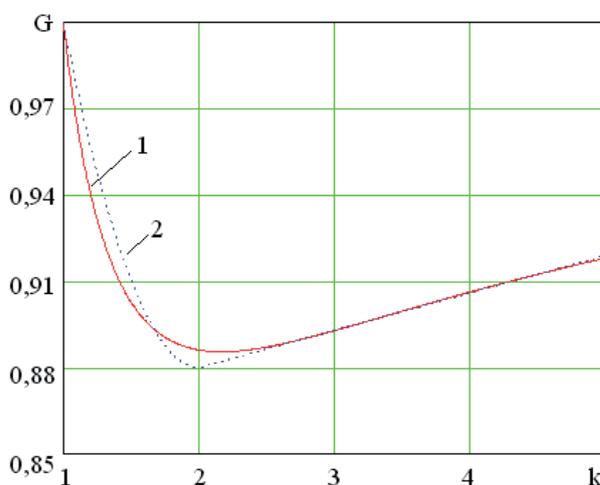


Рис. 2. Зависимость гамма функции от параметра  $k$ :

1 — аналитическая зависимость; 2 — степенная аппроксимация

Исследование для различных возрастных групп дает зависимости вида (рис. 3).

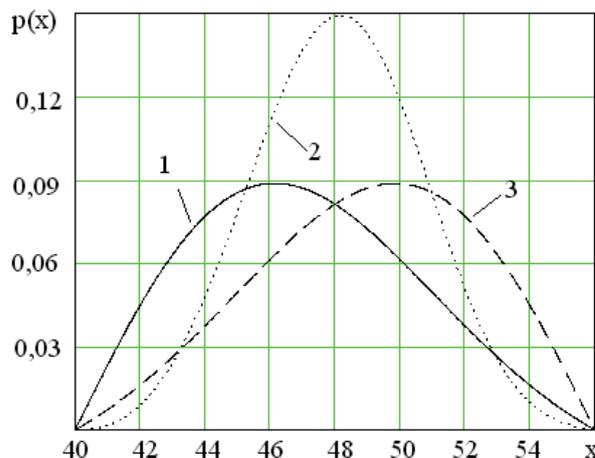


Рис. 3. Динамические распределения, построенные на базе универсальной модели: 1 — младшая группа; 2 — средняя группа; 3 — старшая группа

Значение моды распределения определяется показателем максимума на кривой распределения. Для стандартного распределения Вейбулла мода определяется выражением:

$$Md = \lambda \left( \frac{k-1}{k} \right)^{\frac{1}{k}}$$

Определим максимальную и минимальную границы интервала изменения размеров. Можно выделить три вида распределения. Первый характеризует большую вероятность появления меньших размеров, второй — большую вероятность средних размеров, третий — большую вероятность больших размеров.

### 5. Получение универсальной функции распределения

Для всех трех видов рекомендуется универсальное распределение вида:

$$p(x) = \begin{cases} 0, x < a, x > b, \\ p(x) = \frac{k}{\lambda} \left( \frac{x-a}{\lambda} \right)^{k-1} \exp \left( - \left( \frac{x-a}{\lambda} \right)^k \right), k < k_0, \\ p(x) = \frac{k-k_0}{\lambda} \left( \frac{c-x}{\lambda} \right)^{k-k_0-1} \exp \left( - \left( \frac{c-x}{\lambda} \right)^{k-k_0} \right), k > k_0. \end{cases}$$

Критическое значение показателя  $k$  определяется из условия достижения моды среднего значения промежутка:

$$S = \frac{b-a}{2\lambda} = \left( \frac{k-1}{k} \right)^{\frac{1}{k}}$$

Данная зависимость показана на рис. 4.

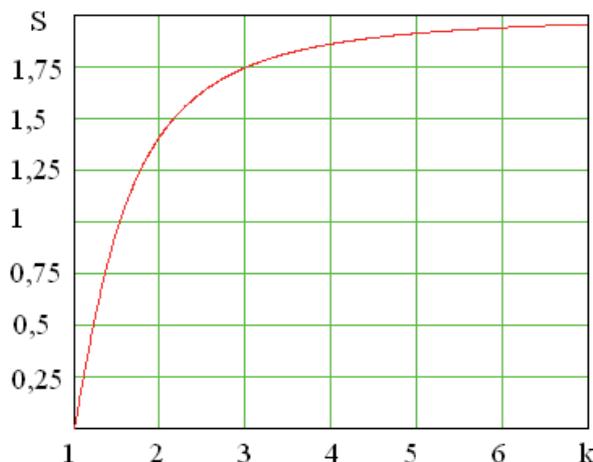


Рис. 4. Определение критического параметра  $k$

Используя данную зависимость можно найти значение показателя, соответствующее его критическому значению.

Полученная функция распределения позволяет найти интегральные показатели, которые позволяют прогнозировать общее количество выпускаемой продукции (рис. 5).

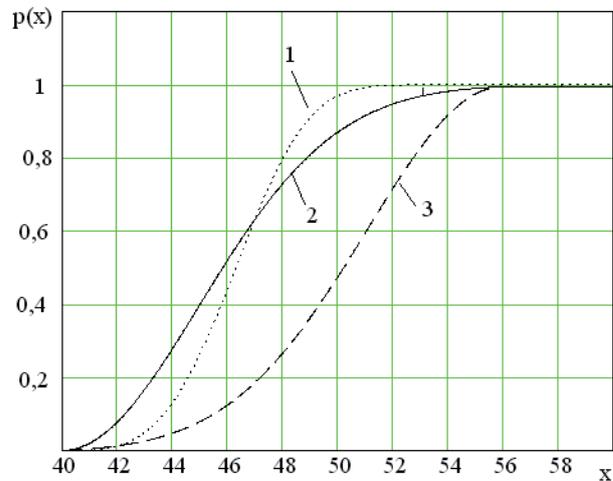


Рис. 5. Интегральная функция: 1 — младшая группа; 2 — средняя группа; 3 — старшая группа

Полученные зависимости позволяют определять процентные соотношения типоразмеров для различных групп.

### 6. Рациональные программы выпуска продукции легкой промышленности

Рекомендуемые в настоящее время программы выпуска планируются исходя из предположения о нормальном распределении параметров.

Применение неравномерных функций распределения позволяет вычислить процентное соотношение различных типоразмеров, исходя из наиболее полного обеспечения рынка.

Рациональный объем производства при этом может быть определен, исходя из интегральных зависимостей попадания в заданный интервал размеров. Для стандартного размера  $D$ , интервала  $\pm \Delta$  объем производства может быть определен, как:

$$P = \int_{D-\Delta}^{D+\Delta} p(x) dx.$$

Исходя из существующей классификации размеров продукции легкой промышленности рекомендуемые процентные соотношения для различных групп могут быть представлены в виде табл. 1.

Таблица 1

Процентные соотношения для различных групп

Интервал размеров	40	42	44	46	48	50	52	54
Уровень I	4,6	12,5	16,9	17,3	9,9	5,3	5,2	0,7
Уровень II	1,53	5,1	15,7	26,8	27,9	16,9	5,4	1,5
Уровень III	0,5	5,3	9,9	14,4	17,2	16,95,4	12,5	4,6

Построенные на основании таблицы зависимости показаны на рис. 6.

Полученные результаты позволяют определять процентные соотношения размеров и соответственно планировать выпуск продукции в соответствии с реальными запросами потребителей.

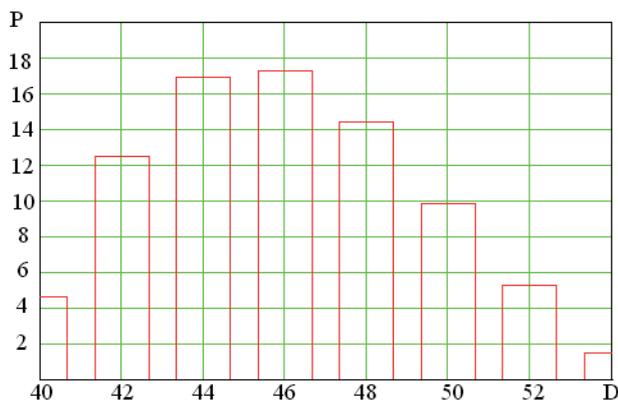


Рис. 6. Процентні соотношения типоразмеров для младшей группы

## 7. Выводы

Построена универсальная функция распределения антропометрических характеристик, учитывающая реальные зависимости для разных групп потребителей.

Доказана значительная разница между действительными и рекомендованными распределениями.

Полученные распределения позволяют обоснованно планировать программы выпуска продукции легкой промышленности, соответствующие реальным данным.

## Литература

1. National Health and Nutrition Examination Survey II, 1976–1980: Physician Examination, Ages 6 Months-74 Years [Text] / United States Department of Health and Human Services, National Center for Health Statistics. — ICPSR — Interuniversity Consortium for Political and Social Research, 1988. — 137 p. doi:10.3886/icpsr08686
2. ISO 7250-1:2008. Basic human body measurements for technological design [Text]. Part 1: Body measurement definitions and landmarks. — International Organization for Standardization, 2013. — 25 p. doi:10.3403/pdcenisotr7250
3. ISO/TR 7250-2:2010. Basic human body measurements for technological design [Text]. Part 2: Statistical summaries of body measurements from national populations. — International Organization for Standardization, 2010. — 53 p. doi:10.3403/30128122u
4. Мураховская-Печенежская, Е. Ю. Разработка динамической модели качества продукции в процессе производства [Текст] / Е. Ю. Мураховская-Печенежская, Н. Л. Рябчиков // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. — 2015. — № 2/3(74). — С. 32–37. doi:10.15587/1729-4061.2015.39948
5. ISO 7250-3:2015. Basic human body measurements for technological design [Text]. Part 3: Worldwide and regional design ranges for use in product standards. — International Organization for Standardization, 2013. — 30 p. doi:10.3403/30292342u
6. Ganong, W. F. Review of Medical Physiology [Text] / W. F. Ganong. — Lange Medical, 2001. — P. 392–397.
7. Allen, J. S. Normal neuroanatomical variation in the human brain: An MRI-volumetric study [Text] / J. S. Allen, H. Damasio, T. J. Grabowski // American Journal of Physical Anthropology. — 2002. — Vol. 118, № 4. — P. 341–358. doi:10.1002/ajpa.10092
8. Jain, A. K. Introduction to Biometrics [Text] / A. K. Jain, A. Ross // Handbook of Biometrics. — Springer Science + Business Media, 2008. — P. 1–22. doi:10.1007/978-0-387-71041-9\_1
9. Hazewinkel, M. Probability distribution [Text] / M. Hazewinkel // Encyclopaedia of Mathematics. — Springer Science + Business Media, 2000. — P. 378–392. doi:10.1007/978-94-015-1279-4\_16
10. Everit, B. S. The Cambridge Dictionary of Statistics [Text] / B. S. Everit. — Ed. 3. — Cambridge: Cambridge University Press, 2006. — 482 p.

## РОЗРОБКА МЕТОДІВ ДИНАМІЧНОГО РОЗПОДІЛЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ПРИ ВИГОТОВЛЕННІ ПРОДУКЦІЇ ЛЕГКОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

Визначені особливості розподілення антропометричних ознак у сучасних умовах. Доведена значна різниця між дійсними і рекомендованими розподіленнями. Встановлені розбіжності між запланованими і реальними програмами випуску продукції легкої промисловості. Запропоновані закони нерівномірного розподілення, що враховують динамічні параметри моди і медіани. Розраховані плановані програми випуску, що відповідають реальним даним.

**Ключові слова:** антропометричні стандарти, нерівномірне розподілення, програма випуску, змінна мода розподілення.

*Островерх Елена Юрьевна, аспирант, кафедра технологій і дизайну, Українська інженерно-педагогічна академія, Харків, Україна, e-mail: Elin-mur@yandex.ru.*

*Островерх Елена Юрьевна, аспирант, кафедра технологій і дизайну, Українська інженерно-педагогічна академія, Харків, Україна.*

*Ostroverkh Elena, Ukrainian Engineering Pedagogics Academy, Kharkiv, Ukraine, e-mail: Elin-mur@yandex.ru*

УДК 665:338.3

DOI: 10.15587/2312-8372.2015.52009

Демчук Л. В.

## УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ВИРОБНИЧОГО ПРОЦЕСУ

Стаття присвячена проблемам аналізу виробничого процесу виготовлення шкіряних викроїв на підприємстві автомобільної галузі. Наведено результати експериментальних досліджень під час технологічної обробки виготовлення шкіряних елементів і на їх основі зроблено висновки щодо випадковості їх вихідних параметрів. Під час досліджень за основу взято застосування індексів придатності процесу в системі контролю якості продукції.

**Ключові слова:** виробничий процес, контроль якості, дослідження придатності.

## 1. Вступ

Незважаючи на складну економічну ситуацію в Україні: падіння рівня виробництва, підвищення цін на

послуги, сировину та ін., автомобільний транспорт залишається одним із основних видів транспорту, який виконує вагому частину вантажних та пасажирських перевезень.